



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



Victor Montagnoli Momesso

**IMPORTÂNCIA DO USO DE EMBALAGENS ATIVAS E INTELIGENTES NA
REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS**

SÃO PAULO, 2023

Victor Montagnoli Momesso

**IMPORTÂNCIA DO USO DE EMBALAGENS ATIVAS E INTELIGENTES NA
REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Presbiteriana Mackenzie, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas. Orientadores: Profa. Dra. Miriam Oliveira Ribeiro; Prof. Ms. Alexandre Panov Momesso.

São Paulo
2023

“Deus nos concede, a cada dia, uma página de vida nova no livro do tempo. Aquilo que colocarmos nela, corre por nossa conta.”

Chico Xavier

“Ser capaz de perseguir nossos próprios sonhos é o que nos faz fortes.”

Chester Bennington

RESUMO

O uso de embalagens na indústria alimentar desempenha um papel crucial na segurança e durabilidade dos alimentos, transmitindo informações ao consumidor e fortalecendo identidade de marca. Contudo, há uma crescente preocupação ambiental com o descarte inadequado dessas embalagens que pode gerar impactos no meio ambiente, especialmente quando não são biodegradáveis. Embora embalagens tradicionais garantam a segurança alimentar, não evitam o desperdício, especialmente de alimentos perecíveis, contribuindo para a poluição ambiental. No entanto, as embalagens podem ser aliadas na redução do desperdício, proporcionando estabilidade e prolongando a vida dos alimentos. O desperdício global de alimentos não apenas afeta a economia, mas também contribui para a emissão de gases de efeito estufa e a escassez de recursos naturais. Diante desse cenário, a adoção de embalagens ativas e inteligentes emerge como uma estratégia eficaz para mitigar o impacto ambiental, reduzir o desperdício e alinhar-se aos princípios do ESG (*Environmental, Social and Governance*), tornando-se uma ferramenta essencial no contexto da sustentabilidade ligada aos alimentos. Sendo que Embalagens Ativa são as embalagens as quais possuem interação direta com o produto, alterando a qualidade do produto; diferentemente das Inteligentes, são sinalizadoras de qualidade do produto. Assim, o presente trabalho teve o objetivo conceituar o ESG, aplicados na área de alimentos e descrição de embalagens ativas e inteligentes, além de demonstrar sua aplicabilidade nas políticas do ESG. A partir dos dados da literatura obtidos, podemos concluir que existem problemas centrais circundando cada área do ESG, como o desperdício de recursos hídricos na área ambiental, o desperdício de alimentos ligado às questões sociais e o preço dos produtos e deficiências econômicas na área de varejo e serviços alimentares. Assim, as embalagens ativas e inteligentes conseguem melhorar esse cenário da política do ESG, pois são embalagens biodegradáveis e que interagem física e quimicamente com o produto sinalizando a qualidade e integridade do produto.

Palavras-chaves: ESG, pegada hídrica e desperdício de alimentos, embalagens absorventes.

ABSTRACT

The use of packaging in the food industry plays a crucial role in the safety and durability of food, conveying information to consumers, and strengthening brand identity. However, there is a growing environmental concern about the improper disposal of these packages that can have impacts on the environment, especially when they are not biodegradable. While traditional packaging ensures food safety, it does not prevent waste, especially of perishable foods, contributing to environmental pollution. Nevertheless, packaging can be an ally in waste reduction, providing stability and extending the shelf life of food. Global food waste not only affects the economy but also contributes to greenhouse gas emissions and the depletion of natural resources. In the face of this scenario, the adoption of active and intelligent packaging emerges as an effective strategy to mitigate environmental impact, reduce waste, and align with ESG (Environmental, Social, and Governance) principles, becoming an essential tool in the context of sustainability related to food. Active packaging directly interacts with the product, altering its quality, unlike intelligent packaging, which signals the product's quality. Thus, this study aimed to conceptualize ESG applied to the food sector, describe active and intelligent packaging, and demonstrate their applicability in ESG policies. Based on the literature data obtained, we can conclude that there are central issues surrounding each ESG area, such as water resource waste in the environmental field, food waste linked to social issues, and product prices and economic deficiencies in the retail and food services sector. Therefore, active and intelligent packaging can improve this ESG policy scenario as they are biodegradable packages that physically and chemically interact with the product, signaling its quality and integrity.

Keywords: ESG, Water Footprint, Food Waste, Absorbent Packaging.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
1.1. OBJETIVOS	7
2. PROCEDIMENTO METODOLÓGICOS	8
3. RESULTADOS	10
3.1. IMPACTOS AMBIENTAIS	10
3.2. IMPACTOS SOCIAIS	11
3.3. IMPACTOS ECONÔMICOS	12
3.4. EMBALAGENS ATIVAS E INTELIGENTES	13
2.5 EMBALAGENS ATIVAS	13
3.5. EMBALAGENS INTELIGENTES	18
3.6. CONTRIBUIÇÃO DAS EMBALAGENS PARA ESG	20
4. CONCLUSÃO	21
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

1. INTRODUÇÃO

O uso de embalagens em alimentos é um fator muito positivo para a segurança do alimento e do consumidor, facilita o transporte, garante uma maior durabilidade do alimento e manipulação, transmite informações ao consumidor, além de ser uma importante ferramenta de identidade e marketing. No entanto, as embalagens podem gerar impactos no ambiente quando não utilizadas e descartadas de forma adequada (Cortez, 2011). Assim, o consumidor tem demonstrado crescente interesse sobre as embalagens (Soares *et.al*, 2015).

As embalagens tradicionais promovem segurança ao alimento, mas não evitam o desperdício, principalmente dos alimentos de origem animal. Além disto o descarte incorreto destas embalagens pode levar a poluição do meio ambiente (Teixeira; Soares; Stringheta, 2021), pois a maioria delas não são biodegradáveis. (Soares *et al.*, 2015)

Por outro lado, embalagens ativas e inteligentes podem ser um importante aliado nas questões ligadas ao desperdício de alimentos, uma vez que estas podem promover sua maior estabilidade, permitindo que estejam aptos para o consumo por um tempo maior, diminuindo o desperdício e o impacto ambiental (Cortez, 2011).

O desperdício é um problema global que afeta não apenas a economia, mas também o meio ambiente e a sociedade em geral (Peixoto; Pinto, 2016). Estima-se que cerca de um terço dos alimentos produzidos no mundo seja perdido ou desperdiçado, o que representa uma quantidade significativa de recursos que poderiam ser utilizados (Oliveira, 2017).

Além disso, a geração de resíduos oriundos do desperdício de alimentos, contribui para a emissão de gases de efeito estufa e para a escassez de recursos naturais, como água e energia (Peixoto; Pinto, 2016).

A preocupação com a sustentabilidade é recente. Questões ambientais começaram a ser discutidas durante o século XIX., durante o período da grande revolução industrial, visto que foram observados os impactos que a exploração desenfreada dos recursos naturais gerava no ambiente, como a poluição da água e do ar, o desmatamento e degradação do solo (de Passos, 2009). Apenas com a Conferência de Estocolmo em 1972 e com o relatório de Brundtland em 1987, no qual foi questionada a finitude dos recursos e irregularidade de seu uso, assim dando a

devida importância às questões ambientais, levando essa discussão até os dias de hoje (Lima, 2018).

Atualmente um conceito muito utilizado no mundo corporativo é aquele representado sigla *ESG*, cujo significado é “*Environmental, social and governance*” (Pacto global, 2021). Esses três pilares, com as suas boas práticas aplicadas, contemplam o cuidado com o meio-ambiente, a melhora do ambiente social comum e das práticas governamentais (Pacto global, 2021).

Com base neste cenário, as embalagens ativas e inteligentes podem fornecer um importante subsídio para redução do impacto ambiental, diminuição do desperdício e questões ligadas a governança e lucratividade de empresas e governos, portanto sendo uma ferramenta importante no contexto do ESG ligado aos alimentos. Sendo assim, o ESG vem se tornando um tema recorrente na área de alimentos em virtude da preocupação crescente com o meio ambiente, aspectos sociais como o desperdício de alimentos e temas ligadas a sustentabilidade, não somente ambiental, mas também financeira. A tecnologia de embalagens ativas e inteligentes pode e deve ser um importante aliado nesta temática.

1.1. OBJETIVOS

No presente estudo, tivemos como objetivos:

1. Analisar e compreender as problemáticas ambientais, sociais e econômicas, na área de alimentos.
2. Descrever o conceito de embalagens inteligentes e ativas na área de alimentos.
3. Apresentar o uso das embalagens inteligentes e ativas como subsídio na implantação da política de ESG ligada à área de alimentos.

2. PROCEDIMENTO METODOLÓGICOS

Para atender aos objetivos deste levantamento bibliográfico, foram revisadas e analisadas criticamente as literaturas disponíveis sobre o uso de embalagens ativas e inteligentes, com o intuito de defini-las e destacar suas importâncias na política de ESG.

Diversas fontes bibliográficas foram utilizadas, incluindo artigos científicos, teses, dissertações e outros materiais acadêmicos relacionados aos temas de embalagens ativas e inteligentes e ESG. As fontes foram obtidas por meio de bases de dados online, acessadas através do Bireme, SciELO, pubmed e Google Acadêmico.

Os critérios de busca foram estabelecidos com o propósito de identificar estudos relevantes para a pesquisa, com a utilização de palavras-chave como ESG, embalagens absorventes, pegada hídrica e desperdício de alimentos. Os artigos tiveram preferência pelos mais recentes, embora essa não tenha sido uma obrigatoriedade. Quanto ao idioma, variou entre o inglês, português e espanhol, sendo o português o preferencial.

A busca foi realizada em bases de dados acadêmicas, no Google Scholar e em catálogos de bibliotecas universitárias, com a inserção das palavras-chave nas ferramentas de busca e a filtragem dos resultados de acordo com os critérios já estabelecidos.

A triagem inicial foi feita com base na leitura dos títulos e resumos dos estudos encontrados. Os estudos que não atenderam aos critérios foram revisados e puderam ser utilizados. Em seguida, os textos completos dos estudos selecionados foram lidos e avaliados quanto à sua relevância e contribuição para a pesquisa.

Os estudos selecionados foram submetidos a uma leitura crítica, na qual foram identificados os principais conceitos, argumentos, metodologias e resultados apresentados em cada um deles. Uma análise comparativa entre os estudos foi realizada para identificar a aplicabilidade das embalagens na política de ESG.

As informações relevantes obtidas durante o levantamento bibliográfico foram organizadas em um sistema de gerenciamento de

referências bibliográficas, seguindo as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Categorias temáticas foram criadas para agrupar os estudos de acordo com os tópicos relevantes para a pesquisa.

Todo o procedimento metodológico foi documentado detalhadamente, incluindo os termos de busca utilizados, as bases de dados consultadas, os critérios de seleção aplicados e as conclusões obtidas a partir deles. Essa documentação foi essencial para a transparência e discussão do estudo.

3. RESULTADOS

3.1. IMPACTOS AMBIENTAIS

O desperdício de alimentos é uma questão séria e complexa que afeta o meio ambiente em diversos aspectos, inclusive por meio de sua conexão com a pegada hídrica. A pegada hídrica é uma medida do volume total de água utilizado, direta ou indiretamente, para produzir os bens e serviços consumidos por uma pessoa, comunidade ou nação (da Silva et.al, 2013). Quando alimentos são desperdiçados, não apenas se perde a comida, mas também a água utilizada em todas as etapas de produção, desde o cultivo até o processamento, transporte e preparação (Maracajá et.al, 2012).

Assim, umas das principais preocupações ambientais relacionadas ao desperdício é o uso ineficiente dos recursos hídricos. A agricultura é um dos setores mais intensivos em água, e a produção de alimentos requer quantidades significativas desse recurso vital. A água é utilizada para irrigar plantações, garantir o crescimento saudável dos cultivos e suprir as necessidades hídricas dos animais de criação. Portanto, quando alimentos são desperdiçados, toda a água envolvida nesse processo também é desperdiçada (Maracajá et.al, 2012).

Além disso, a produção de alimentos requer uma quantidade considerável de água virtual, que é a água incorporada nos produtos ao longo de sua cadeia de produção (Strasburg; Feil, 2018). Quando alimentos são desperdiçados, toda a água investida na produção desses alimentos também é desperdiçada. Por exemplo, para produzir um quilo de carne bovina, são necessários grandes volumes de água para a criação do gado e para o cultivo de ração. Se essa carne for descartada e desperdiçada, toda a água envolvida em sua produção é perdida (Strasburg; Feil, 2018).

Outro ponto importante a se considerar é o impacto do desperdício de alimentos na disponibilidade de água doce. A água doce é um recurso escasso em muitas regiões do mundo, e o uso excessivo e desperdício desse recurso

podem levar à sua escassez e comprometer a saúde dos ecossistemas aquáticos (da Silva *et.al*, 2013). Ao desperdiçar alimentos, estamos também desperdiçando a água doce utilizada em sua produção, contribuindo para uma gestão inadequada dos recursos hídricos.

Além dos problemas relacionados à água, o desperdício de alimentos também está associado a outros impactos ambientais significativos. A produção de alimentos requer o uso de terra, energia e outros recursos naturais, além de contribuir para a emissão de gases de efeito estufa (Peixoto; Pinto, 2016). Quando alimentos são desperdiçados, esses recursos são utilizados de forma desnecessária e os gases de efeito estufa são emitidos sem motivo.

3.2. IMPACTOS SOCIAIS

O desperdício de alimentos é um problema alarmante que afeta a segurança alimentar, o meio ambiente e a economia global. Ao longo de toda a cadeia de suprimentos, desde a produção agrícola até o consumo final, enormes quantidades de alimentos são perdidas e descartadas. É fundamental entender as causas desse desperdício, suas consequências e implementar estratégias técnicas para mitigá-lo.

Dentre as causas do desperdício de alimentos, destacam-se as perdas na produção. Condições climáticas adversas, pragas, doenças e práticas agrícolas ineficientes resultam em perdas significativas. Além disso, problemas relacionados ao armazenamento e transporte inadequados também contribuem para o desperdício nessa etapa (Nascimento, 2018).

No processo de processamento e distribuição de alimentos, perdas ocorrem devido a operações ineficientes, falta de controle de qualidade, problemas logísticos e demanda flutuante. A falta de infraestrutura adequada em países em desenvolvimento agrava ainda mais essas perdas (Nascimento, 2018).

Nos estágios de varejo e consumo, o desperdício de alimentos é influenciado por diversos fatores. A rejeição de produtos com aparência "imperfeita", práticas inadequadas de gestão de estoques, data de validade expirada e compras excessivas são algumas das razões para esse desperdício

(Costa *et.al*, 2017). Comportamentos de consumo irresponsáveis e a falta de conscientização também contribuem para o problema.

No contexto da segurança alimentar, o desperdício agrava a fome e a desnutrição, já que bilhões de pessoas em todo o mundo não têm acesso adequado aos alimentos. Em vez de serem desperdiçados, esses recursos poderiam ser direcionados para atender às necessidades da população (Perez Casar, 2013). Além disso, o desperdício de alimentos tem implicações econômicas negativas. Os custos associados à produção, transporte, armazenamento e descarte de alimentos desperdiçados representam uma perda significativa para as empresas e os consumidores (Santos *et.al*, 2020).

3.3. IMPACTOS ECONÔMICOS

O desperdício de alimentos acarreta consequências econômicas significativas, afetando a economia global em diversas dimensões. Anualmente, uma quantidade alarmante de alimentos é desperdiçada ao longo de toda a cadeia produtiva, desde a produção até o consumo final (Peixoto; Pinto, 2016). Esse desperdício não apenas impacta o meio ambiente e a segurança alimentar, mas também gera efeitos diretos na economia global (Torrent *et.al*, 2018).

Um dos impactos econômicos do desperdício de alimentos se manifesta no aumento dos custos de produção. A produção de alimentos requer recursos valiosos, como terra, água, fertilizantes e energia (Peixoto; Pinto, 2016). Quando ocorre o desperdício desses alimentos, todos esses recursos são igualmente desperdiçados. Consequentemente, os investimentos realizados na produção dos alimentos são perdidos, gerando prejuízos tanto para os produtores rurais como para toda a cadeia de abastecimento.

Adicionalmente, o desperdício de alimentos tem reflexos diretos nos preços dos alimentos (Ribeiro, 2020). Quando a oferta de alimentos diminui devido ao desperdício, enquanto a demanda permanece constante ou até mesmo aumenta, ocorre um desequilíbrio entre oferta e demanda, resultando

em elevações dos preços para os consumidores. Os alimentos se tornam mais caros e menos acessíveis para muitas pessoas, sobretudo aquelas que já enfrentam dificuldades econômicas (Zaro, 2018).

Outro impacto econômico do desperdício de alimentos está relacionado ao setor de varejo e de serviços alimentares. Muitas vezes, esses estabelecimentos descartam alimentos próximos à data de validade ou que não atendem aos critérios estéticos desejados. Esse desperdício acarreta não apenas perdas financeiras para essas empresas, mas também perda de oportunidades (Ribeiro, 2020). Alimentos que poderiam ser comercializados ou doados são simplesmente descartados, resultando em uma perda potencial de receita.

Além disso, o desperdício de alimentos também afeta a economia global em termos de empregos. A indústria de alimentos é um dos setores que mais emprega em muitos países (Hanson; Mitchell, 2017). Contudo, quando alimentos são desperdiçados, há uma redução na necessidade de mão de obra em todas as etapas da cadeia de abastecimento. Isso pode resultar em demissões e ter impactos negativos nas economias locais.

3.4. EMBALAGENS ATIVAS E INTELIGENTES

Com os estudos avançados da nanotecnologia, a indústria de embalagens tem experimentado o desenvolvimento de embalagens ativas e inteligentes (Antunes Filho; Backx, 2020). Essas inovações têm o objetivo de preservar a qualidade e a segurança dos alimentos, prolongando sua vida útil e reduzindo o desperdício, assim podendo mitigar os problemas citados anteriormente. Para tanto, é necessário explicar às diferenças entre embalagens ativas e embalagens inteligentes, apresentando às suas melhores aplicações (Soares *et al.*, 2015).

2.5 EMBALAGENS ATIVAS

A indústria de embalagens tem experimentado avanços significativos com o desenvolvimento de embalagens ativas e inteligentes. Essas inovações têm o objetivo de preservar a qualidade e a segurança dos alimentos, prolongando

sua vida útil e reduzindo o desperdício, assim podendo mitigar os problemas citados anteriormente. Para tanto, é necessário explicar às diferenças entre embalagens ativas e embalagens inteligentes, apresentando às suas melhores aplicações (Teixeira; Soares; Stringheta, 2021).

As embalagens ativas são projetadas para interagir com o ambiente ao redor do produto, estendendo sua vida útil. Elas incorporam componentes ativos, como absorvedores de oxigênio, emissores de substâncias antimicrobianas e reguladores de umidade. Esses componentes são capazes de controlar e atenuam reações químicas e biológicas que degradam os alimentos, como oxidação lipídica, crescimento microbiano e perda de umidade (IMAGEM 1) (Ongaratto; Vital; do Prado, 2022).

Imagem 1. Embalagem higroscópica em frutas



Fonte: (Sarantópoulos; Cofcewiz, 2016).

É possível agrupar as embalagens ativas em 2 tipos: emissores e absorvedores; além das embalagens absorventes. As embalagens ativas emissoras são aquelas que incorporam a(s) substância(s) ao material embalado, como antioxidantes e antimicrobianos. Já os absorvedores retiram os componentes ruins do alimento (Ongaratto; Vital; do Prado, 2022).

As embalagens antimicrobianas são projetadas para inibir o crescimento e a atividade de microrganismos, como bactérias, leveduras e fungos, que podem causar deterioração e contaminação dos alimentos (IMAGEM 2). Essas embalagens incorporam substâncias ativas, como agentes antimicrobianos, que são liberadas de forma controlada para o ambiente interno da embalagem, reduzindo ou eliminando a presença de microrganismos indesejáveis (Sarantópoulos; Cofcewiz, 2016).

Imagem 2. Embalagem ativa antimicrobiana na uva



Fonte: <https://blog.sulprint.com.br/filme-antimicrobiano-em-embalagens-conheca-os-beneficios/>

Existem diferentes tipos de agentes antimicrobianos utilizados em embalagens, como compostos de prata, antimicrobianos naturais (por exemplo, óleos essenciais) e enzimas antimicrobianas (Ongaratto; Vital; do Prado, 2022). Esses agentes atuam de diversas formas, seja pela inibição do crescimento microbiano, pela destruição da parede celular dos microrganismos ou pela interferência em seus processos metabólicos. Dessa forma, as embalagens antimicrobianas ajudam a manter a segurança dos alimentos, prevenindo a contaminação e o crescimento de patógenos (Sarantópoulos; Cofcewiz, 2016).

As embalagens antioxidantes têm como objetivo minimizar a deterioração oxidativa dos alimentos, que ocorre devido à exposição ao oxigênio e à ação de radicais livres. Essa deterioração pode resultar em alterações de sabor, cor, textura e valor nutricional dos alimentos. As embalagens antioxidantes atuam liberando antioxidantes ou capturando os radicais livres presentes no ambiente interno da embalagem, reduzindo os efeitos negativos da oxidação (IMAGEM 3).

Imagem 3. Funcionamento de uma embalagem antioxidante em um vegetal

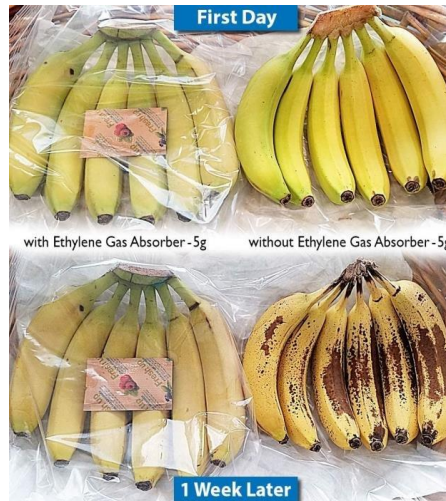


Fonte: (Sarantópoulos; Moraes, 2009)

Os antioxidantes mais comumente utilizados em embalagens incluem compostos como tocoferóis (vitamina E), ácido ascórbico (vitamina C), extratos naturais e compostos fenólicos. Esses antioxidantes ajudam a proteger os alimentos contra a oxidação, prolongando sua vida útil e mantendo sua qualidade sensorial e nutricional (Ongaratto; Vital; do Prado, 2022).

As embalagens absorvedoras ativas são dispositivos projetados para prolongar a vida útil dos produtos, especialmente alimentos e produtos farmacêuticos sensíveis. Essas embalagens são capazes de controlar ativamente o ambiente em torno do produto, absorvendo gases indesejáveis, como oxigênio, vapor d'água e dióxido de carbono, enquanto liberam substâncias benéficas, como antioxidantes e agentes antimicrobianos (Sarantópoulos; Moraes, 2009).

Imagem 4. Embalagem absorvedora de etileno



Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Ethylene-gas-absorber-for-food-packaging_fig4_346045782

Na figura acima (IMAGEM 4), tem-se um exemplo de importância e impacto do uso da embalagem ativa absorvedora, na qual houve atraso no amadurecimento da penca de bananas, o qual foi aplicado a embalagem. Nesse caso, a embalagem absorve o gás etileno, que desempenha um papel crucial no amadurecimento das frutas, ajudando a transformar amidos em açúcares e influenciando a cor e a textura das frutas maduras. Ao absorvê-lo, é possível atrasar o tempo até o alimento se tornar impróprio para o consumo.

Diferente das embalagens absorvedoras ativas, as embalagens absorventes são projetadas para absorver líquidos e evitar vazamentos dentro da embalagem. Elas são compostas por materiais absorventes, como polímeros superabsorventes, celulose ou outros materiais de alta capacidade de absorção. Essas embalagens são utilizadas para controlar e reter líquidos, evitando danos aos produtos ou vazamentos que possam comprometer a integridade da embalagem (de Matos, 2015).

As embalagens absorventes desempenham um papel importante na conservação e segurança de produtos alimentícios, incluindo carnes. Quando se trata do sangue das carnes, as embalagens absorventes podem ser utilizadas para absorver e reter o líquido, evitando vazamentos e mantendo a qualidade do produto (IMAGEM 5) (Sarantópoulos; Cofcewiz, 2016).

Ao processar carnes, é comum que pequenas quantidades de sangue se acumulem na embalagem. O sangue é composto principalmente por água e proteínas solúveis, podendo apresentar uma aparência líquida ou gelatinosa. Se não forem tomadas medidas adequadas, o acúmulo de sangue pode afetar a aparência, o odor e a qualidade da carne, além de criar condições favoráveis para o crescimento de bactérias, diminuindo a vida útil da carne (de Matos, 2015).

Imagem 5. Exemplo de uma embalagem absorvente.



Fonte: <https://ascendglobal.com/produtos/absorvente-alimentos/2>

3.5. EMBALAGENS INTELIGENTES

As embalagens inteligentes têm como objetivo principal melhorar a experiência do consumidor, fornecendo informações úteis e relevantes sobre os produtos, garantindo a segurança e a qualidade dos itens embalados, além de facilitar o uso e o descarte adequado. Essas embalagens podem ser encontradas em diversos setores, como alimentos, bebidas, produtos farmacêuticos, cosméticos e eletrônicos (Noletto; Loureiro, 2016).

Uma das características-chave das embalagens inteligentes é a capacidade de fornecer informações em tempo real sobre o produto (Teixeira; Soares; Stringheta, 2021). Sensores embutidos na embalagem podem monitorar fatores como temperatura, umidade, pressão e presença

de gases. Esses dados são coletados e transmitidos por meio de tecnologias como radiofrequência, Bluetooth ou códigos QR, permitindo que os consumidores tenham acesso imediato a informações sobre a frescura dos alimentos, a autenticidade dos produtos ou mesmo instruções de uso (Noletto; Loureiro, 2016).

Na imagem abaixo, é possível observar a funcionalidade de uma embalagem inteligente (IMAGEM 6). O adesivo na parte inferior direita da embalagem indica o teor de amônia da carne, o qual a ampulheta muda para a cor cinza quando a carne estiver imprópria para o consumo.

Imagem 6. Embalagem inteligente com detector de frescor.



Fonte: <https://www.interempresas.net/Envase/Articulos/47806-Envases-inteligentes-con-un-detector-de-frescor-incorporado.html>

Uma das grandes vantagens das embalagens inteligentes é a capacidade de rastrear o histórico do produto ao longo de toda a cadeia de suprimentos. Isso é especialmente importante para produtos perecíveis ou sensíveis, como alimentos e medicamentos. Através da integração de sensores e sistemas de rastreamento, é possível monitorar as condições de armazenamento e transporte, identificar possíveis problemas e garantir a qualidade e segurança dos produtos.

Além dos benefícios para os consumidores, as embalagens inteligentes também trazem vantagens para as empresas. Elas permitem o monitoramento mais preciso do estoque, ajudam a reduzir desperdícios e

perdas, facilitam a logística reversa e permitem um melhor planejamento da produção (Noletto; Loureiro, 2016).

No entanto, é importante considerar os desafios e questões relacionados às embalagens inteligentes. A privacidade dos dados do consumidor, a segurança das informações transmitidas e a gestão adequada dos resíduos eletrônicos são alguns dos aspectos que precisam ser abordados para garantir o uso responsável e sustentável dessa tecnologia.

3.6. CONTRIBUIÇÃO DAS EMBALAGENS PARA ESG

O uso de embalagens ativas e inteligentes pode ter um impacto significativo na política de *ESG* (*Environmental, Social, and Governance*) a longo prazo, especialmente no que diz respeito à redução do desperdício de alimentos (Teixeira; Soares; Stringheta, 2021).

Em primeiro lugar, essas embalagens podem ser projetadas com sensores que monitoram condições como temperatura, umidade e níveis de gases. Isso permite um controle mais preciso do ambiente de armazenamento dos alimentos ao longo da cadeia de suprimentos. Caso ocorra alguma variação fora dos parâmetros ideais, alertas podem ser acionados, permitindo que medidas corretivas sejam tomadas para evitar a deterioração dos alimentos (Szász Gaia, 2020).

Além disso, as embalagens inteligentes podem ser desenvolvidas com materiais específicos e tecnologias que ajudam a estender a vida útil dos alimentos (Noletto; Loureiro, 2016). Isso pode incluir filmes permeáveis a gases ou absorvedores de etileno, que reduzem a taxa de deterioração dos produtos. Também podem ser utilizadas técnicas como a atmosfera modificada, que controla a composição do ar dentro da embalagem para preservar o frescor dos alimentos (Ongaratto; Vital; do Prado, 2022).

Ao reduzir o desperdício de alimentos, as embalagens ativas e inteligentes contribuem para a sustentabilidade ambiental, uma vez que minimizam os impactos negativos associados à produção e descarte de alimentos. Além disso, essa redução do desperdício também tem implicações sociais e econômicas positivas, permitindo que mais pessoas tenham acesso a alimentos adequados e contribuindo para a segurança alimentar.

Concluindo, o uso de embalagens ativas e inteligentes desempenha um papel importante na política de ESG, especialmente no que diz respeito à redução do desperdício de alimentos e de recursos hídricos. Essas embalagens oferecem monitoramento de aspectos antes monitorados via sensorial, descartando a necessidade de abrir a embalagem, com a finalidade de submeter o alimento a testes, como olfativo, degustativo, tátil, entre outros. Além disso, possibilita a extensão da vida útil dos produtos, gerar indicadores de qualidade e validade mais precisos e informações de rastreabilidade fidedignas, que podem ser acessadas pelo próprio consumidor; contribuindo para uma abordagem mais sustentável e consciente na cadeia de suprimentos alimentares.

4. CONCLUSÃO

O levantamento identificou sérias questões ambientais, sociais e econômicas na área de alimentos. O desperdício de água é acentuado, pois vai desde a produção até a fabricação de embalagens. Esse desperdício contribui para a insegurança alimentar e a fome, especialmente devido à rejeição de alimentos "imperfeitos" no varejo. Economicamente, o desperdício de alimentos tem impactos globais, aumentando custos de produção, desequilibrando preços e causando perdas no setor alimentício. As embalagens ativas e inteligentes surgem como solução, preservando alimentos e reduzindo o desperdício. Elas oferecem controle na cadeia de suprimentos, atendendo à demanda por segurança alimentar. A implementação estratégica dessas embalagens (ativas e inteligentes) destaca-se como resposta eficaz aos desafios da indústria alimentar, reduzindo o desperdício, promovendo práticas sustentáveis e aumentando a consciência do consumidor.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANTUNES FILHO, S; BACKX, B. P. **Nanotecnologia e seus impactos na sociedade**. Revista Tecnologia e Sociedade, v. 16, n. 40, p. 1-15, 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/9870>. Acesso em: 23 de maio de 2023.
2. BECK, C. G; DE FARIA PEREIRA, R. C. **Preocupação ambiental e consumo consciente: os meus, os seus e os nossos interesses**. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 1, n. 2, p. 51-78, 2012. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/geas/article/view/9739/4455>. Acesso em 10 de maio de 2023.
3. BRAGA, L. R.; SILVA, F. M. Embalagens ativas: uma nova abordagem para embalagens alimentícias. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 8, n. 4, p. 170-186, 2017. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa/article/view/4602/pdf>. Acesso em 25 de maio de 2023.
4. CORTEZ, A. T. C. **Embalagens: o que fazer com elas?** Revista Geográfica de América Central, v. 2, p. 1-15, 2011. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4517/451744820731.pdf>. Acesso em 9 de maio de 2023.
5. COSTA, F. H. D. O; DE MORAES-CAMILA, C. C; DA SILVA, A. L; DELAI, I; PEREIRA, C. R; DE LIMA, F. R. P. **A resiliência influencia as causas de desperdício de alimentos?** Uma revisão sistemática. XLI Encontro da ANPAD-EnANPAD, 2017. Disponível em: <https://encurtador.com.br/ceQZ7>. Acesso em 10 de maio de 2023.
6. DA SILVA, V. D. P; ALEIXO, D. D. O; DANTAS NETO, J., MARACAJÁ, K. F; ARAÚJO, L. E. D. **Uma medida de sustentabilidade ambiental: Pegada hídrica**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, p. 100-105, 2013.
7. DE MATOS, T. A. L. **Novos Sistemas de Embalagens Antimicrobianas Para Alimentos Utilizando Bacteriófagos**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade do Minho (Portugal). Disponível em:

<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/23920/1/Hidrogeisproduutoscarneos.pdf>. Acesso em 23 de maio de 2023.

8. DE PASSOS, P. N. C. **A conferência de Estocolmo como ponto de partida para a proteção internacional do meio ambiente**. Revista Direitos Fundamentais & Democracia, v. 6, 2009. Disponível em: <https://revistaeletronicardfd.unibrasil.com.br/index.php/rdfd/article/view/18/17>. Acesso em: 10 de maio de 2023.
9. HANSON, C; MITCHELL, P. **The business case for reducing food loss and waste**. A report on behalf of Champions, v. 12, p. 7-8, 2017. Disponível em: https://docs.wbcasd.org/2017/03/Report_The_Business_Case_for_Reducing_Food_Loss_and_Waste.pdf. Acesso em 23 de maio de 2023.
10. LIMA, P. G. D. **Determinantes para a implementação de Contratações Públicas Sustentáveis no Brasil: o caso do Sistema Ministério do Meio Ambiente**. 2018. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/32597/1/2018_PauloGiordaniDiasLima.pdf. Acesso em: 9 de maio de 2023.
11. MARACAJÁ, K. F. B; DA SILVA, V. D. P. R; NETO, J. D; DE ARAÚJO, L. E. **Pegada hídrica como indicador de sustentabilidade ambiental**. REUNIR Revista de Administração Contabilidade e Sustentabilidade, v. 2, n. 2, p. 113-125, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/zY8bR8GJXryTDjpbmC4jPXK/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 20 de maio de 2023
12. NASCIMENTO, S. P. **Desperdício de alimentos: fator de insegurança alimentar e nutricional**. Segurança Alimentar e Nutricional, v. 25, n. 1, p. 85-91, 2018. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8649917/17978>. Acesso em 10 de maio de 2023
13. NOLETTO, A. P. R; LOUREIRO, S. A. **O CONCEITO DE EMBALAGENS INTELIGENTES**. 2016. Disponível em: http://www.ital.agricultura.sp.gov.br/arquivos/cetea/informativo/v28n1/artigos/v28n1_artigo1.pdf. Acesso em: 22 de maio de 2023.
14. OLIVEIRA, K. G. S. **O desperdício de alimentos em serviços de alimentação: uma revisão de literatura**. 2017. Disponível em:

- https://bdm.unb.br/bitstream/10483/21066/1/2017_KarlaGomesdosSantosOliveira_tcc.pdf. Acesso em 1 de maio de 2023.
15. ONGARATTO, G. C.; VITAL, A. C. P.; DO PRADO, I. N. **Embalagens ativas e inteligentes para proteção da carne e seus derivados: Revisão**. PUBVET, v. 16, p. 207, 2022. Disponível em: https://web.archive.org/web/20220725184727id_/http://www.pubvet.com.br/uploads/7c2773d4545271bbd12cbc0d9b8f309c.pdf. Acesso em 23 de maio de 2023.
16. PEIXOTO, M; PINTO, H. S. **Desperdício de alimentos: questões socioambientais, econômicas e regulatórias**. Boletim Legislativo, v. 41, 2016. Disponível em: <https://encurtador.com.br/jkRS3> Acesso em 29 de abril de 2023.
17. PEREZ CASAR, M. L. **Reducir el desperdicio para alimentar al mundo**. Gerencia de Comunicación e Imagen Institucional, DNA SICC, INTA, 2013. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/864/86429347004.pdf>. Acesso em 4 de maio de 2023
18. RIBEIRO, J. S. **Indicadores de desperdício de alimentos em restaurantes comerciais [Brasil]**. Rosa dos Ventos, v. 12, n. 2, p. 350-365, 2020. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/4735/473563492006/473563492006.pdf>. Acesso em 22 de maio de 2023.
19. SANTOS, K. L. D; PANIZZON, J; CENCI, M. M; GRABOWSKI, G; JAHNO, V. D. **Perdas e desperdícios de alimentos: reflexões sobre o atual cenário brasileiro**. Brazilian Journal of Food Technology, v. 23, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/yhXZXHzvzPTqRWJpLcVt9Bx/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 11 de maio de 2023.
20. SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; MORAES, B. B. **Embalagens ativas e inteligentes para frutas e hortaliças**. Boletim de Tecnologia e Desenvolvimento de Embalagens, v. 21, n. 1, p. 2, 2009. Disponível em: https://ital.agricultura.sp.gov.br/arquivos/cetea/informativo/v21n1/v21n1_artigo1.pdf. Acesso em 25 de maio de 2023.

21. SARANTÓPOULOS, C; COFCEWIZ, L.S. **Embalagens ativas para produtos perecíveis**. Bol Tecnol Desenvolv Embalagens, v. 28, n. 3, p. 1-12, 2016. Disponível em:http://www.ital.agricultura.sp.gov.br/arquivos/cetea/informativo/v28n3/artigos/v28n3_artigo3.pdf. Acesso 23 de maio de 2023.
22. SOARES, N. F. F; DA SILVA, W. A; DOS SANTOS PIRES, A. C; CAMILLOTO, G. P; SILVA, P. S. **Novos desenvolvimentos e aplicações em embalagens de alimentos**. Ceres, v. 56, n. 4, 2015. Disponível em:
<http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/3438> Acesso em 12 de abril de 2023.
23. STRASBURG, V. J; FEIL, A. A. **Uso de recursos hídricos e energia: aspectos e impactos na produção e no desperdício de alimentos**. Desperdício de alimentos: velhos hábitos, novos desafios, p. 60, 2018. Disponível em: <https://encurtador.com.br/erAX3>. Acesso em 20 de maio de 2023.
24. SZÁSZ GAIA, N. **Emprego de embalagens ativas e inteligentes**. 2020. Disponível em:
<https://dspace.mackenzie.br/bitstream/handle/10899/29273/NATHALIA%20SZASZ%20GAIA-%20protegido.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 23 de maio de 2023.
25. TEIXEIRA, S. C; SOARES, N. F. F; STRINGHETA, P. C. **Desenvolvimento de embalagens inteligentes com alteração colorimétrica incorporadas com antocianinas: uma revisão crítica**. Brazilian Journal of Food Technology, v. 24, 2021. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/bjft/a/wfx6cTwKwNMHn9KW8YPhsVP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 30 de abril de 2023.
26. TORRENT, I. F; DA SILVA, L. E. A., SILVA, C; DOS SANTOS, L. C; PEREIRA, S. C.L **Desperdício de Alimentos no Ambiente Escolar**. Revista Espacios, v. 39, n. 48, p. 5, 2018. Disponível em:
<http://ww.revistaespacios.com/a18v39n48/a18v39n48p05.pdf>. Acesso em 22 de maio de 2023.

27. ZARO, M. **Desperdício de alimentos: velhos hábitos, novos desafios**. Caxias do Sul, RS: EducS, v. 417, 2018. Disponível em: <https://encurtador.com.br/lqrBT>. Acesso em 22 de maio de 2023.